

明 細 書

階調表示装置

5 技術分野

本発明は、サブフィールドを用いた階調表示装置に関し、特に動画表示の際の階調表示乱れ、いわゆる動画疑似輪郭を低減する階調表示装置に関する。

背景技術

- 10 一般にプラズマディスプレイパネル（PDP）を用いた表示装置などのサブフィールドを用いて階調表示を行う画像表示装置では、動画部分において、いわゆる「動画疑似輪郭」等と呼ばれるノイズ状の画質劣化が観測される場合があった。

- この動画疑似輪郭は、サブフィールドの数を増加させると改善されることが知られているが、PDPなどデバイスの種類によっては、サブフィールドの数を増やすと発光時間を確保することが困難になって、必要な輝度が得られないという課題があったため、比較的サブフィールドの数を小さく設定し、動画疑似輪郭の発生する部分においてのみ、表示しようとする階調に対するサブフィールドの組み合わせを制御して、動画画質と輝度確保を両立させようという試みがある（例えば特開2000-276100号公報参照）。

- 20 この従来の画像表示装置では、画像の動きがある部分では表示に使用する階調数を制限して動画疑似輪郭の発生しにくい階調値の組み合わせに制限して画像を表示し、階調数の低下を補うために、ディザ処理によって疑似的な階調を追加して、一定の階調性を確保しようとするものである。

- 25 しかしながら、従来の画像表示装置では、動き検出はサブフィールドによる階調表示方法を特に考慮した構成とされておらず、動画疑似輪郭が、発生しやすい画像部分や目立ちやすい部分を精度よく検出する上で改善の余地があった。

本発明は、このような課題を解決するためになされたもので、実質的な動画疑似輪郭の発生部分を正しく検出でき、かつ回路構成が簡単な階調表示装置を提供するものである。

発明の開示

- 上記課題を解決するため、本発明の階調表示装置は、1フィールド期間を所定の輝度重みを持つ複数のサブフィールドにより構成し、その複数のサブフィールドにより階調表示を行う階調表示装置であって、入力される画像において、画素の階調値の画面内における勾配を検出する勾配検出手段と、入力される画像において、画素の階調値の時間に対する変化度合いを検出する時間変化検出手段と、勾配検出手段の出力と時間変化検出手段の出力とにより、入力される画像の動きの大きさおよび画像の動き方向を検出する手段と、検出した画像の動きの大きさおよび画像の動き方向とサブフィールドの輝度重みとに基づいて、入力される画像の信号を補正して表示する信号補正手段とを備えたことを特徴とする。

図面の簡単な説明

- 図1は本発明の一実施の形態における階調表示装置の構成を示すブロック図である。
- 図2は同装置の特徴量の範囲組み合わせと制御方法を示す図である。
- 図3は同装置における平滑度検出回路の一例を示すブロック図である。
- 図4は同装置における勾配検出回路の一例を示すブロック図である。
- 図5は同勾配検出回路におけるフィルタの係数の一例を示す図である。
- 図6は同装置における時間変化検出の一例を示すブロック図である。
- 図7は同装置における判定回路の特性を示す図である。
- 図8は同装置の総合判定結果の構成図図である。
- 図9は同装置において、勾配と時間変化より画像の動き量を算出する方法を説明する図である。
- 図10は同装置における階調乱れ量評価回路の特性を示す図である。
- 図11は同装置における階調補正回路の特性を示す図である。
- 図12は同装置におけるサブフィールドの輝度重みと発光の組み合わせを示す図である。
- 図13は同装置における符号化回路での符号化方法を示す図である。

図 1 4 は本発明の他の実施の形態による階調表示装置における画像部分の勾配の方向と、画像の移動方向の相対的な関係を示す図である。

図 1 5 は同装置における階調乱れ量評価を示す図である。

図 1 6 は本発明の他の実施の形態による階調表示装置の構成を示すブロック図である。

図 1 7 は同装置における動きベクトル V の勾配方向の成分 V_G を示す図である。

図 1 8 は同装置における階調乱れ量予測回路の構成図である。

図 1 9 は本発明の他の実施の形態における階調表示装置の構成を示すブロック図である。

図 2 0 は同装置における階調補正回路の構成を示すブロック図である。

図 2 1 は一般的な誤差拡散の係数を説明するための説明図である。

図 2 2 は本発明の装置における誤差拡散制御方法を説明するための説明図である。

図 2 3 は同装置における誤差拡散係数 E_A の遷移を示す図である。

図 2 4 は同装置における誤差拡散係数 E_A の算出方法を説明するための説明図である。

図 2 5 は同装置における誤差拡散係数 E_A の補間概念を説明するための説明図である。

図 2 6 は同装置における誤差拡散係数 E_B の遷移を示す図である。

図 2 7 は同装置における誤差拡散係数 E_B の補間概念を説明するための説明図である。

図 2 8 は同装置における誤差拡散係数 E_C の補間概念を説明するための説明図である。

図 2 9 は同装置における誤差拡散係数 E_D の補間概念を説明するための説明図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の一実施の形態による階調表示装置について、図面を参照しながら説明する。

(実施の形態 1)

図 1 は、本発明の一実施の形態における階調表示装置の構成を示すブロック図である。図 1 において、入力端子 1 より供給される画像信号は、平滑度検出手段としての平滑度検出回路 2、勾配検出手段としての勾配検出回路 3、および入力される画像において、画素の時間方向、すなわち時間に対する階調値の変化度合いを検出する時間変化検出手段としての時間変化検出回路 4 へ供給される。平滑度検出回路 2 は、入力される画像において、画素の階調値の平滑度合いを検出するもので、また勾配検出回路 3 は、前記入力される画像において、画素の階調値の画面内における勾配を検出するものである。

10 平滑度検出回路 2、勾配検出回路 3、時間変化検出回路 4 それぞれの出力が入力される判定回路 5、6、7 は、入力されるデータと予め定められた閾値との比較を行う判定回路であり、総合判定回路 8 には複数の判定回路 5～7 の出力が入力され、総合判定回路 8 からは総合判定結果 k が出力される。

判定回路 5 は、平滑度検出回路 2 の出力 S が入力されるとともに、1 個の閾値 $TH1$ が設定可能であり、判定結果 $k1$ を出力する。判定回路 6 は、勾配検出回路 3 の出力 G が入力されるとともに、2 個の閾値 $TH2$ 、 $TH3$ が設定可能であり、判定結果 $k2$ を出力する。判定回路 7 は、時間変化検出回路 4 の出力 B が入力されるとともに、2 個の閾値 $TH4$ 、 $TH5$ が設定可能であり、判定結果 $k3$ を出力する。そして、総合判定回路 8 には、それらの判定結果 $k1$ 、 $k2$ 、 $k3$ が入力される。

また、動き量検出回路 9 は、勾配検出回路 3 の出力 G と、時間変化検出回路 4 の出力 B が供給されるもので、この入力されるデータに基づき、入力される画像の動きの大きさおよび画像の動き方向を検出するものである。そして、階調乱れ量評価回路 10 には、勾配検出回路 3 の出力 G と、動き量検出回路 9 の出力 $m1$ が供給され、また補正量制御回路 11 には、階調乱れ量評価回路 10 の出力 $m2$ と総合判定回路 8 の出力 k が供給され、この補正量制御回路 11 の出力により、信号補正手段としての階調補正回路 12 の動作が制御される。

前記階調補正回路 12 は、入力端子 1 から入力される画像信号と補正量制御回路 11 の出力 $m3$ とが供給されるもので、その出力はサブフィールド階調表示装

置 1 3 に接続されている。すなわち、この階調補正回路 1 2 は、動き量検出回路 9 により検出した画像の動きの大きさおよび画像の動き方向の情報と、入力される画像信号におけるサブフィールドの輝度重みの情報とに基づいて、入力される画像の信号を補正して表示するものである。

- 5 次に、このような構成による階調表示装置の各部の作用について、詳細に説明する。

まず、図 1 において、平滑度検出回路 2、勾配検出回路 3 および時間変化検出回路 4 より、入力される画像信号において、着目している画素または特定の領域における画像の特徴を検出する。図 2 は、その特徴の範囲の組み合わせと制御方法の一例を示す図である。

- すなわち、図 2 に示すように、平滑度検出回路 2、勾配検出回路 3 および時間変化検出回路 4 と、これらに接続される判定回路 5～7 により、入力される画像における特徴と、個々の範囲を判定し、さらに総合判定回路 8 により、この着目している領域が、「時間変化なし」、「時間変化過大」、「平坦部」、「エッジ部」、
15 「一定傾斜部」、「複雑なパターン」の 6 種類のうちのどの領域に該当するかを分類することにより、総合判定結果 k を決定する。なお、図 2 において、不等号は各画像の特徴量と閾値との大小関係を表し、「X」の記号は大小関係が任意であることを示している。

- 図 2 に示す通り、判定回路 5 では、着目している領域の平滑度合いを S とすると、 $S \geq TH1$ ($TH1$ は判定回路 5 の閾値) となる範囲を検出し、また判定回路 6 では、この領域の階調値の勾配を G とすると、 $TH2 \leq G \leq TH3$ ($TH2$ 、 $TH3$ は判定回路 6 の閾値) となる範囲を検出し、また判定回路 7 では、この領域の階調値の時間方向の変化度合いを B とすると、 $TH4 \leq B \leq TH5$ ($TH4$ 、 $TH5$ は判定回路 7 の閾値) となる範囲を検出する。そして、この検出した範囲
25 の画素を動画疑似輪郭が発生しやすい、または検知しやすい領域として判定し、この部分に階調補正を行って画像表示を行うものである。

すなわち、動画疑似輪郭は、画像を形成する画素の階調値の画面内における勾配（傾斜度）と、画素の階調値の時間に対する変化度合いがそれぞれ適度な上限と下限の範囲に入り、しかも画像パターンが比較的平滑である部分において目立

つため、このような部分を選択的に検出しようとするものである。

ここで、前記平滑度検出回路 2、勾配検出回路 3、時間変化検出回路 4 の一例について、説明する。まず、平滑度検出回路 2 は、図 3 に示すように、入力端子 1 から入力される画像信号に基づいて、各画素の信号を遅延させる遅延回路 2 0 と、この遅延回路 2 0 それぞれの出力が入力されかつ各画素の信号から階調値の
5 平均値を演算する画素平均値演算回路 2 1 と、この画素平均値演算回路 2 1 の出力値と前記遅延回路 2 0 の出力値の差分をとることにより、各画素の信号の階調値が平均値に比べてどの程度の差を持っているかを求める差分回路 2 2 と、この差分回路 2 2 でとった差分値の絶対値を求める絶対値演算回路 2 3 と、この絶対
10 値演算回路 2 3 からの絶対値を加算することにより、入力される画像信号における各画素の階調値の平滑度合いを出力する加算回路 2 4 とから構成されている。

次に、勾配検出回路 3 は、図 4 に示すように、水平方向の画素の階調値の変化を検出する水平フィルタ 3 0 と、垂直方向の画素の階調値の変化を検出する垂直
15 フィルタ 3 1 と、前記水平フィルタ 3 0、垂直フィルタ 3 1 のそれぞれの出力値の絶対値を求める絶対値演算回路 3 2 と、この絶対値演算回路 3 2 の出力値を加算する加算回路 3 3 とにより構成されている。前記水平フィルタ 3 0 および垂直
20 フィルタ 3 1 は注目画素の周囲の画素に所定の係数を乗じて加算する作用を行うもので、その係数の一例としては、それぞれ図 5 A、図 5 B に示すように構成すれば良い。すなわち、この水平フィルタ 3 0、垂直フィルタ 3 1 を用いることにより、入力端子 1 から入力される画像信号において、画素の階調値の水平方向、
垂直方向に対する変化を検出し、この検出した値の絶対値を加算することにより、入力される画像信号における画素の階調値の傾き度合いとしての勾配を検出する
ものである。

次に、時間変化検出回路 4 は、図 6 に示すように、入力される画像信号の 1 フ
25 ィールド分の信号を遅延させるフィールド遅延回路 4 0 と、現在の画像信号における画素の階調値と前記フィールド遅延回路 4 0 を通した 1 フィールド前の画像
信号における画素の階調値との差をとる差分回路 4 1 と、この差分回路 4 1 の出力の絶対値を求める絶対値演算回路 4 2 とにより構成されており、現在の画像
信号における画素の階調値と 1 フィールド前の画像信号における画素の階調値との

差をとることにより、注目している画素の階調値の時間変化を検出するものである。

5 なお、図2において、入力される画像の階調補正の程度を、「補正＝弱」と「補正＝強」の2つに単純化したものを記載しているが、補正の程度は3段階以上の多段階とし、連続的に補正量を切り換え、滑らかな補正を行うようにすることができる。図7A、図7B、図7Cは、それぞれ判定回路5、判定回路6、判定回路7の特性を示すものであるが、前記した階調の連続的補正に対応させるため、図7A、図7B、図7Cに示すような特性としている。

10 すなわち、判定回路5の特性を示す図7Aについて説明すると、検出した平滑度合いSに対し、閾値TH1を設定すると、平滑度合いSが閾値TH1に近い部分で判定回路5の出力が[0]と[1]の中間の値になり、平滑度合いSが閾値TH1より小である部分では、判定回路5の出力が[0]により近い値となり、平滑度合いSが閾値TH1より大である部分では、判定回路5の出力が[1]により近い値となるようにしている。

15 判定回路6については、図7Bに示すように、閾値TH2およびTH3を設けており、入力である勾配Gがこの2つの閾値の間にあるときに判定回路6の出力が[1]により近い値となり、勾配Gの値がそれ以外の場合には判定回路6の出力が[0]により近い値となるようにしている。

20 また、判定回路7についても、図7Cに示すように、判定回路6と同様に、2つの閾値TH4およびTH5を設けており、入力である階調値の時間に対する変化度合いBがこの2つの閾値の間にあるときに判定回路7の出力が[1]により近い値となり、時間に対する変化度合いBの値がそれ以外の場合には判定回路6の出力が[0]により近い値となるようにしている。なお、実際の判定回路5、判定回路6、判定回路7の出力は、ステップ状に変化するものでも良いことは言うまでもない。

25 また、総合判定結果kを出力する総合判定回路8は、例えば図8に示す乗算器81、82により回路を構成し、前記判定回路5～7の各出力k1、k2、k3の積を演算するものであり、判定回路5～7により得られる画像の特徴に応じて滑らかに総合判定結果kを得ることができる。

一方、画像の動きの大きさ、すなわち動き量と画像の動き方向の検出は、勾配検出回路 3 で検出された勾配 G と、時間変化検出回路 4 で検出された時間方向の変化度合い B とに基づいて、動き量検出回路 9 で行う。この算出方法は、画像の階調値が、表示している物体の形を変えずに変化していると仮定すると、原理的には次のようにして演算することができる。

すなわち、図 9 に示すように、着目している画素の階調値の時間方向の変化度合い B に比例し、階調値の画面内の変化、すなわち勾配 G に反比例すると仮定できることから、画像の動き量 m_1 は、 $m_1 = B / G$ で求められることになる。ただし、勾配 G の変化が大きいくところでは前述の仮定が成立せず、動き量は正しく求まらない。また、勾配 G がほとんどないような部分では前記計算式の分母が小さな値となり、この場合にも動き量を精度良く求めることができない。また、時間方向変化が非常に小さい場合には、動画疑似輪郭の発生がほとんどないことや、逆に時間あたりの輝度変化が非常に大きい場合などは動画疑似輪郭として知覚されにくい。従って、図 2 に示すような画像の特徴の組み合わせを限定することにより、動画疑似輪郭の発生し易い部分においては、精度良く画像の動きを検出することができる。すなわち、総合判定回路 8 の出力 k に基づいて、動画疑似輪郭を補正する動作を制御することにより、動画疑似輪郭の発生し易い部分においては、精度良く画像の動きを検出して、画像信号を補正することができる。

なお、前述の動き量検出回路 9 の演算により求められる動き量は、画像の特徴が前述の条件を満たしていれば十分に正確に求められるが、この検出した動き量は単位時間あたりの画素数で、階調乱れとして現れる動画疑似輪郭とはもともと異なる物理量であり、しかも実際に観測される動画疑似輪郭を視覚的に評価した値と完全に比例するとは限らない。

そこで、本発明においては、図 10 に示すような二次元的な入出力特性をもつ階調乱れ量評価回路 10 を用いて階調乱れ量 m_2 を推定し、その階調乱れ量 m_2 を補正量制御回路 11 に入力するという構成としている。すなわち、動き量検出回路 9 により求められた画素の移動速度である画像の動き量を、階調値の乱れに変換し、補正量制御回路 11 に入力するように構成している。

この図 10 の特性は、一定の勾配の大きさに対して動き量を変化させた場合に、

動き量の中間的な値で動画疑似輪郭が極大値を持つような特性である。すなわち、階調乱れ量評価回路10の特性は、勾配が比較的小さくても動き量が多い部分（図10のA）や、動き量が比較的小さくても勾配が多い部分（図10のB）の点で動画疑似輪郭が強く発生することを表した関数といえる。

- 5 次に、補正量制御回路11は、図示していないが、例えば乗算器で構成することができ、推定した階調乱れ量 m_2 に総合判定係数 k を乗じて演算した階調補正信号 m_3 を出力する。

- また、この階調補正信号 m_3 が入力される階調補正回路12においては、サブフィールドを用いた画像表示に伴う動画疑似輪郭を抑制するために、サブフィールド構成や画像の動き、階調値に応じた階調補正を行う。この階調補正回路12は、図11に示すように、符号化回路とフィードバック回路を組み合わせたもので構成されている。

- 図11において、入力端子1から入力された画像信号は、加算器121を介して符号化回路122に供給され、そして符号化回路122において、所定の符号化が行われた後、出力端子125から出力される。このとき、減算器123にて符号化前の信号との差分をとったあと、フィードバック回路124を介して加算器121で入力信号と加算される。なお、フィードバック回路124は通常複数系統の遅延素子と係数回路を含むため、符号化回路122で階調制限を行うことにより、階調補正回路12としては、いわゆる誤差拡散の処理を行うこととなる。

- 20 図12は階調表示装置13によって使用するサブフィールドの輝度重みと発光の組み合わせを示す符号化方法の一例であり、図12は10個のサブフィールド（SF1～SF10）を用いた場合を示している。図12に示すように、各サブフィールドの輝度重みの比はそれぞれ、「1」、「2」、「4」、「8」、「16」、「24」、「32」、「40」、「56」、「72」としている。また、図12は、ある入力された画像の階調値に対応するサブフィールドの割り当て符号化方法を示しており、図中”1”の部分には「発光あり」を示している。

図13は、図11の符号化回路122での符号化方法を示す図で、サブフィールドの輝度重みとその符号化方法の例を示している。すなわち、補正量が小であれば、多くの階調を用いて階調表示を行う階調制御を行い、一方補正量が大であ

れば、少ない階調数を用いて階調表示を行う階調制御を行うとともに、誤差拡散によって実効的な階調を確保して画像表示を行うものである。図13では、階調の補正量は「0」～「7」の8段階としており、使用する階調値にドットを付与している。すなわち、階調補正量が「0」のとき、すべての階調を使用可能とし、

- 5 階調補正量が「7」では使用できる階調数が最小となる。これは、動画疑似輪郭が強く発生する可能性のある部分では、補正量を大きくし、階調値とサブフィールドの発光分布の相関を保つことで動画疑似輪郭の発生を抑えている。また、予想される動画疑似輪郭の発生量が少なくなるにつれて、補正量を小さくすることによって、画像に対する階調補正を連続的に制御し、スムーズな動画疑似輪郭抑制と、動画疑似輪郭の発生しない部分での良好な階調補正を実現している。
- 10

- このように、本実施の形態によれば、画像の画面内の勾配、階調値の時間に対する変化度合いを検出し、この検出した情報に基づき、入力される画像の動きの大きさおよび画像の動き方向を検出する手段と、検出した画像の動きの大きさおよび画像の動き方向とサブフィールドの輝度重みとに基づいて、入力される画像
- 15 の信号を補正して表示する信号補正手段とを備えたもので、簡単な構成で良好な階調表示が可能となる。

- ところで、画像の勾配と階調値の時間に対する変化度合いから画像の動きそのものを算出する方法として、「TV画像の多次元信号処理」(吹抜敬彦著、P202～P207、昭和63年11月15日発行)等にも示されているような手法が知
- 20 られている。しかし、この「TV画像の多次元信号処理」等に記載されている勾配法は「動きが比較的小さいときに有効な方法であり、必ずしも実用的には広く用いられていない方法であるとされている。

- 本発明は、サブフィールドを用いた画像表示装置での動画疑似輪郭の発生を観測し、サブフィールドの構成、画像の特徴、画像の動き量などに対する動画疑似
- 25 輪郭発生量の関連を解明することにより見出したものである。すなわち、階調値の勾配が所定の上限と下限の範囲内にある部分、階調値の時間的変化が所定の上限と下限の範囲内にある部分の条件を満たしていれば、動画疑似輪郭の発生位置や発生程度の特定制が容易であるとともに、勾配と時間変化によって画像の動き検出をほぼ正しく検出できることを見出し、これを活用したものであり、簡単な構

成で良好な動画特性と、静止特性を両立できる手段を提供することができる。

なお、上記説明で使用したサブフィールドの輝度重み、サブフィールドの符号化方法、画像の動き量から階調乱れ量を予測する方法、階調補正の方法等、種々の変形が可能なことは言うまでもない。

5 (実施の形態 2)

次に、本発明の他の実施の形態について説明する。本実施の形態では、入力される画像信号の階調値の平滑度合いや、画面内の勾配、時間に対する変化度合いを総合的に判定して得た補正量により、階調値を制御して表示する際に、階調値の勾配の方向と、時間に対する変化の方向の關係に着目したもので、発生する動画疑似輪郭の程度をさらに的確に判定して画像補正を行うものである。本実施の形態において、図 1 に示す実施の形態と比較して、階調乱れ量予測回路 10 の内部の構成と動作が異なるのみであり、他の構成、動作は基本的に同様であるので、異なる部分についてのみ説明する。

図 1 4 は、本実施の形態における階調表示装置において、表示しようとする画像部分の勾配の方向と、画像の移動方向の相対的な關係を示すものである。図 1 4 の表部分は上記実施の形態で説明した図 1 2 に示すものと同じものであり、図 1 4 に示した実線矢印と点線矢印は、階調の勾配が同一である画像部分に対して、逆方向に移動する画像を観測したときに発生する動画疑似輪郭の量的な差異を説明するためのものである。

例えば、図 1 4 において、階調値が「200」の値を中心付近に持つランプ波形が移動している場合を考える。図 1 4 A のように、階調値が画面内で増加する方向と逆方向に画像部分が移動する場合には、「発光あり」のサブフィールドを観測する確率が本来より少なくなり、比較的大きな動画疑似輪郭が発生する。これに対して、図 1 4 B のように、階調値が画面内で増加する方向と同一方向に画像部分が移動する場合には、本来観測されるべき発光量よりわずかに多い発光が観測されるが、逆方向への移動の場合に比較してその量は比較的小さくなり、結果として動画疑似輪郭の発生程度は比較的小さいと言える。

したがって、画像の動きから動画疑似輪郭の発生量を評価する際に、画像の動きの方向と、画面内における階調値の勾配の方向を相対的に評価して、画像補正

量を変化させることにより、よりの確に画像補正を行うことができる。

- 図 1 5 はこの制御の様子を図示したものであり、画像の動きの大きさおよび方向と、階調値の勾配に対する階調乱れ量評価を示したものである。図 1 5 は画像の動き（横軸）と、勾配（縦軸）を 2 つのパラメータとする 2 変数関数で、関数値（紙面垂直方向）は階調乱れ量、すなわち動画疑似輪郭発生量の評価値である。

- この図 1 5 から分かるように、同一の画像の勾配と画像の動きの絶対値が同じであっても、画像の動きの方向と、階調値の勾配の方向の組み合わせによって、画像補正量を変化させるようにしている。また、図 1 5 の例では、画像の動きの大きさの絶対値が、「0」の状態から増大するに従って、画像補正量が増大し、ある点で極大値をもつよう設定されている。この極大値は、画像の動きの方向と、勾配の方向の組み合わせで異なり、例えば、画像の動き方向が「+」で、かつ階調値の勾配が「+」の組み合わせのとき、または画像の動き方向が「-」で、かつ階調値の勾配が「-」の組み合わせのときに画像の補正量を最大にするように設定している。
- このように、本実施の形態によれば、動画疑似輪郭量に対して、画像の動きの方向と、勾配の方向の組み合わせに応じて画像の補正量を変化させるものであり、簡単な構成で良好な階調表示が可能となる。

（実施の形態 3）

- 次に、本発明の他の実施の形態について、図 1 6 ～図 1 8 を用いて説明する。
- 本実施の形態では、画像の動きの方向を水平方向成分および垂直方向成分に分けて検出し、勾配の大きさと画像の動きの大きさを勾配の方向に変換して得られた値に基づいて、信号補正を行う階調表示装置である。図 1 6 において、図 1 に示す実施の形態と比較して、基本的な動作が同一のものについては同一符号を付して説明を省略する。

- 図 1 6 において、勾配検出回路 3 1 は、階調値の勾配の絶対値 $|G|$ の他、勾配の水平方向成分 G_x と垂直方向成分 G_y を出力する。水平動き量検出回路 9 1 と垂直動き量検出回路 9 2 は勾配の水平方向成分 G_x と、勾配の垂直方向成分 G_y と、階調値の時間に対する変化量である変化度合い B とにより、画像の水平方向の動き量 V_x と、垂直方向の動き量 V_y を算出する。さらに、階調乱れ量予測

回路100は、勾配の絶対値 $|G|$ 、勾配の水平方向成分 G_x と、勾配の垂直方向成分 G_y と、画像の水平方向の動き量 V_x と、画像の垂直方向の動き量 V_y より、等価階調乱れ量 m_e を算出する。

図17は、画像の動きの成分(V_x , V_y)で表される動きベクトル V と、動きベクトル V の勾配の成分 V_G の関係を示す図である。この V_G は、図16に示す構成の階調乱れ量予測回路100によって算出される。

図18は、階調乱れ量予測回路100の具体的構成を示す図で、図18において、逆正接関数変換手段101および逆正接関数変換手段102および減算器103により、動きベクトル V と勾配方向のなす角度が算出され、さらにこれを余弦関数変換手段104で変換した値に絶対値回路106で求めた画像の動き量の絶対値を乗じることで、画像の勾配に変換した動きの大きさ成分 V_G を求めることができる。テーブル107は、図1の階調乱れ量評価回路10と同様の動画疑似輪郭発生量予測を行うことができる。

以上のように構成することにより、画像の動きと画像の勾配の方向を統一して評価することができ、動画疑似輪郭の発生予測量を適切に推定して、適切な画像補正を行い、良好な画像表示ができる。

(実施の形態4)

図19は本発明の他の実施の形態を示すブロック図であり、図19において、図1に示す部分と同一部分については同一番号を付している。図19において、水平動き量検出回路14、垂直動き量検出回路15、 45° 動き量検出回路16および 135° 動き量検出回路17それぞれには、勾配検出回路3の出力 G と、時間方向変化検出回路4の出力 B が供給されている。また、水平動き量検出回路14、垂直動き量検出回路15の出力は、動き量算出回路18に入力され、そして総合判定回路8には、動き量算出回路13により算出された動き量が入力され、総合判定結果 k を出力する。この総合判定結果 k は、信号補正手段である階調補正回路19に供給される。

この階調補正回路19には、入力端子1から入力された画像信号が入力されており、この階調補正回路19によって、入力される画像の階調値を補正する階調補正の制御と誤差拡散の制御が行われる。この階調補正と誤差拡散の方法は、前

記総合判定回路 8 の総合判定結果 k 、および水平動き量検出回路 14、垂直動き量検出回路 15、 45° 動き量検出回路 16、 135° 動き量検出回路 17 の出力によって制御される。この階調補正回路 19 により階調補正された画像信号はサブフィールド階調表示装置 13 に供給され、画像として表示される。

5 ここで、画像の動きの大きさは 4 つの方向毎に検出し、後段の階調補正回路 19 での制御に使用するが、画像の動きの大きさそのものの算出は、水平動き量と垂直動き量の 2 つから算出できるので、これを動き量算出回路 18 に供給して、動きの大きさを求めたあと、総合判定回路 8 に入力し、必要な階調制限量に相当する総合判定結果 k の値を決定するように構成している。

10 次に、階調補正回路 19 について、詳細に説明する。階調補正回路 19 では、得られた複数方向の画像の動きの方向と、複数方向の画像の動きの大きさと、画像の階調制限量に相当する値である総合判定結果 k を用いて、入力画像の階調補正を行うが、複数方向の画像の動きの大きさと階調制限の関係は、図 12、図 13 で説明した方法と同様にして行われる。

15 階調補正回路 19 の具体的構成例を図 20 に示している。この図 20 に示すように、階調補正回路 19 は、加算器 191、符号化回路 192、動き量入力端子 193、出力端子 194、減算器 195、遅延回路 196～199、係数回路 200～203、係数制御回路 204 を有している。そして、先に検出した水平動き量、垂直動き量、 45° 動き量、 135° 動き量は、それぞれ係数制御回路 204 に入力されており、係数回路 200～203 によって、それぞれの係数値 E_A 、 E_B 、 E_C 、 E_D をそれぞれ求め、遅延回路 196～199 の信号を係数値により演算処理したあと、加算器 191 に供給して誤差拡散ループを形成している。

25 なお、図 20 に示す回路構成において、入力される画像信号の階調値に対する階調制御の切り替えは、動き量入力端子 193 に入力された信号により行われ、また図 13 に示すような符号化は、階調補正回路 19 の符号化回路 192 にて行われる。

 このようにして、入力される画像信号は、画像の動きの大きさに応じて階調数が限定されて表示装置に供給され、動画疑似輪郭の発生を適応的に抑制する。そ

して同時に、誤差拡散ループを構成しているので、等価的な階調値が確保されることになる。なお、動画疑似輪郭の抑制効果を大きくするために、動画部分において階調数の限定を大きくすると、誤差拡散処理によってノイズが多いと感じる画質の低下を招くおそれがある。そのために、本発明では、画像の動きの方向によって誤差拡散の係数を制御して、階調制限を大きくした場合の画質の低下を抑制している。

図 2 1 は、一般的な誤差拡散の係数を説明する図である。図 2 1 は、画素 P で階調制限を行って表示したとき、そのときの入力信号と表示信号との差を周囲の 4 画素 A、B、C、D の 4 つに分配する様子を示すものである。分配の係数 E A、E B、E C、E D の実際の数値例を図 2 2 に示す。図 2 2 から分かるように、画像の動きの大きさが小さく、実質的には動画疑似輪郭が発生しないときは、画像は静止画であるとして、係数値 E A、E B、E C、E D の値はそれぞれ「7」、「1」、「5」、「3」の値とされる。なお、誤差拡散の係数値は、本来、誤差の分配の係数であるので、合計したものが「1」であるべきであるが、便宜上、16 倍した値で表現している。

なお、画像が静止画ではなく、特定の方向に動いたとすると、図 2 2 に従って、係数値 E A、E B、E C、E D の値は更新される。図 2 2 の「静止画」以外の部分は、画像の動きの方向毎に設定される各係数を示している。ただし、ある程度の画像の動きがある場合の係数値を示しており、実際には、画像の動きの大きさに応じて、連続的、または段階的な値に設定される。

図 2 3 はこの様子を説明する図であり、係数 E A についての設定方法の概念を示す図である。すなわち、静止画の時には、係数 E A は、「7」に設定されているが、画像の動きが大きくなり、例えば画面の画素の水平方向に画像の動きがあった場合、画像の動きの大きさに合わせて、係数 E A は最大「10」に設定される一方、画像の動き方向が画面の画素の垂直方向である場合には、画像の動きの大きさに合わせて係数値 E A は「7」から徐々に「0」に小さくなっていくように制御される。その他、画像の動きが画面の斜め方向の場合には、同様に「7」から徐々に「3」に変化するように制御する。

図 2 4 はこの様子を説明する図であり、図 2 2 に示した角度 θ と、画像の動き

の関係を示している。図24は、水平から角度 θ の方向の画像の動きがあるとき、画像の動きの大きさを m として、画像の動きをベクトルの的に表したものである。

このような画像の動きに対応する係数値 E_A は、図23を補間して得られた値を図示した図25で求めることができる。図25は、図23に示した数値以外の点
5 点を、周囲の明示された数値から補間した値を示したもので、角度 $\theta = 0$ は画面水平方向を表す。また、図25の上方（底面に垂直な方向）は、各点の係数値を表す。図25では点Pでの値が図24の点Pに相当し、その係数値は E_A で図示されているものである。

10 このように係数値は連続的に変化するように設定しているので、誤差拡散の係数値は、静止画の時の値と、画像の動きの方向と、画像の動きの大きさによって、連続的に変化させることができ、画像の動きの大きさと方向に応じた階調補正をスムーズに行って良好な動画疑似輪郭の抑制と、良好な誤差拡散動作を行うことができる。

15 なお、その他の係数、例えば係数値 E_B は、図26に示すような遷移で表すことができ、これを補間して、図27のように表すことができる。係数値 E_C 、 E_D の遷移図についても同様にして、それぞれ図28、図29で表現することができる。また、図示していないが、係数値 E_C 、 E_D についても図25や図27と同様の図を用いて、係数値の補間の概念を表すことができる。

20 以上説明したように本実施の形態によれば、サブフィールドを用いた階調表示装置において、画像の動きの大きさと動きの方向を用いて、階調補正の制御と誤差拡散の制御を含む信号処理を施すものであり、動画疑似輪郭の抑制と良好な階調表示を実現することができる。

25 なお、以上の説明では、画像の動き方向と平行方向の誤差拡散係数を相対的に大きくしている。これは画像の動きに合わせて視線が画面上の対象物を追いかけるような場合、観測者の網膜上では、複数の画素での発光量が「視覚的に融合」と考えられるので、これを考慮したものである。すなわち、画像の動きと平行方向上にある複数の画素は、等価的に一つの画素と類似の働きを示すと考えられ、このような画素間で、できるだけ誤差を共有することにより、「視覚的な融合」が起こりにくい画素、すなわち、画像の動きに直交する方向にある画素への拡散

誤差を小さくすることになり、誤差拡散に伴うノイズ感の増大を抑制することが可能となる。

また、本実施の形態では、係数値の補間を直線的な比例配分となるような例で説明したが、より高次の関数による曲線的な補間や、その他連続的な関数を用いてもよいことは言うまでもない。また、画像の動きの大きさに合わせて、階調値を数段階に制御する例を挙げたが、この段階数は上記の例に限るものではない。さらに特別な例として、階調数の制御は行わず、誤差拡散の係数のみを制御するものであってもよい。また、本実施の形態で説明した誤差拡散係数は、図示したものに限らず、画像の動きの方向に合わせて、視覚的に融合する効果を利用した特性のものであれば同様の効果が得られることは言うまでもない。

以上説明したように、本発明によれば、入力される画像において、画素の階調値の画面内における勾配を検出する勾配検出手段と、前記入力される画像において、画素の階調値の時間に対する変化度合いを検出する時間変化検出手段と、前記勾配検出手段の出力と前記時間変化検出手段の出力とにより、入力される画像の動きの大きさおよび画像の動き方向を検出する手段と、前記検出した画像の動きの大きさおよび画像の動き方向と前記サブフィールドの輝度重みに基づいて、入力される画像の信号を補正して表示する信号補正手段とを備えたもので、画像の動きの方向を画像の勾配により検出し、動画疑似輪郭の発生を予測しているの
で、よりの確な階調補正を行って、動画疑似輪郭を抑えつつ、良好な階調特性を確保した画像表示が可能になる。

本発明によれば、動画疑似輪郭の発生しやすい部分の画像の動きと勾配を簡単な構成で検出することができ、これにより動画疑似輪郭を抑制して良好な画像表示を実現することができ、サブフィールドを用いた階調表示装置の表示品質を高めることができる。

25

産業上の利用可能性

以上説明したように本発明によれば、動画疑似輪郭の発生しやすい部分の画像の動きと勾配を簡単な構成で検出することができ、信号を補正して表示することで、動画疑似輪郭を抑制して良好な画像表示を実現することができ、サブフィー

ルドを用いた階調表示装置の表示品質を高めることができる。

請 求 の 範 囲

1. 1フィールド期間を所定の輝度重みを持つ複数のサブフィールドにより構成し、その複数のサブフィールドにより階調表示を行う階調表示装置であって、
5 入力される画像において、画素の階調値の画面内における勾配を検出する勾配検出手段と、前記入力される画像において、画素の階調値の時間に対する変化度合いを検出する時間変化検出手段と、前記勾配検出手段の出力と前記時間変化検出手段の出力とにより、前記入力される画像の動きの大きさおよび画像の動き方向を検出する手段と、前記検出した画像の動きの大きさおよび画像の動き方向と前記サブフィールドの輝度重みとに基づいて、入力される画像の信号を補正して表示する信号補正手段とを備えたことを特徴とする階調表示装置。

2. 1フィールド期間を所定の輝度重みを持つ複数のサブフィールドにより構成し、その複数のサブフィールドにより階調表示を行う階調表示装置であって、
15 入力される画像において、画素の階調値の平滑度合いを検出する平滑度検出手段と、前記入力される画像において、画素の階調値の画面内における勾配を検出する勾配検出手段と、前記入力される画像において、画素の階調値の時間に対する変化度合いを検出する時間変化検出手段と、前記勾配検出手段の出力と前記時間変化検出手段の出力とにより、前記入力される画像の動きの大きさおよび画像の動き方向を検出する手段と、前記検出した画像の動きの大きさおよび画像の動き方向と前記サブフィールドの輝度重みとに基づいて、入力される画像の信号を補正して表示する信号補正手段とを備えたことを特徴とする階調表示装置。

3. 画像の動き方向を水平方向成分および垂直方向成分に分けて検出し、勾配の大きさと画像の動きの大きさを勾配の方向に変換して得られた値に基づいて信号補正を行うように構成したことを特徴とする請求項1または2記載の階調表示装置。

4. 信号補正手段は、入力される画像の階調値を補正する制御と誤差拡散を行う制御とを行うものである請求項1または2に記載の階調表示装置。

5. 信号補正手段は、画像の動きの大きさにより入力される画像の階調値を補正する制御を行うとともに、画像の動き方向により誤差拡散の信号処理を制御するものである請求項4に記載の階調表示装置。

要 約 書

- 入力される画像において、画素の階調値の画面内の勾配を検出する勾配検出回路（３）と、画素の階調値の時間に対する変化度合いを検出する時間変化検出回路（４）と、勾配検出回路（３）の出力と時間変化検出回路（４）の出力とにより、
- 5 入力される画像の動きの大きさおよび画像の動き方向を検出する手段と、検出した画像の動きの大きさおよび画像動きの方向とサブフィールドの輝度重みとに基づいて、入力される画像の信号を補正して表示する階調補正回路（１２）とを備えた。

FIG. 1

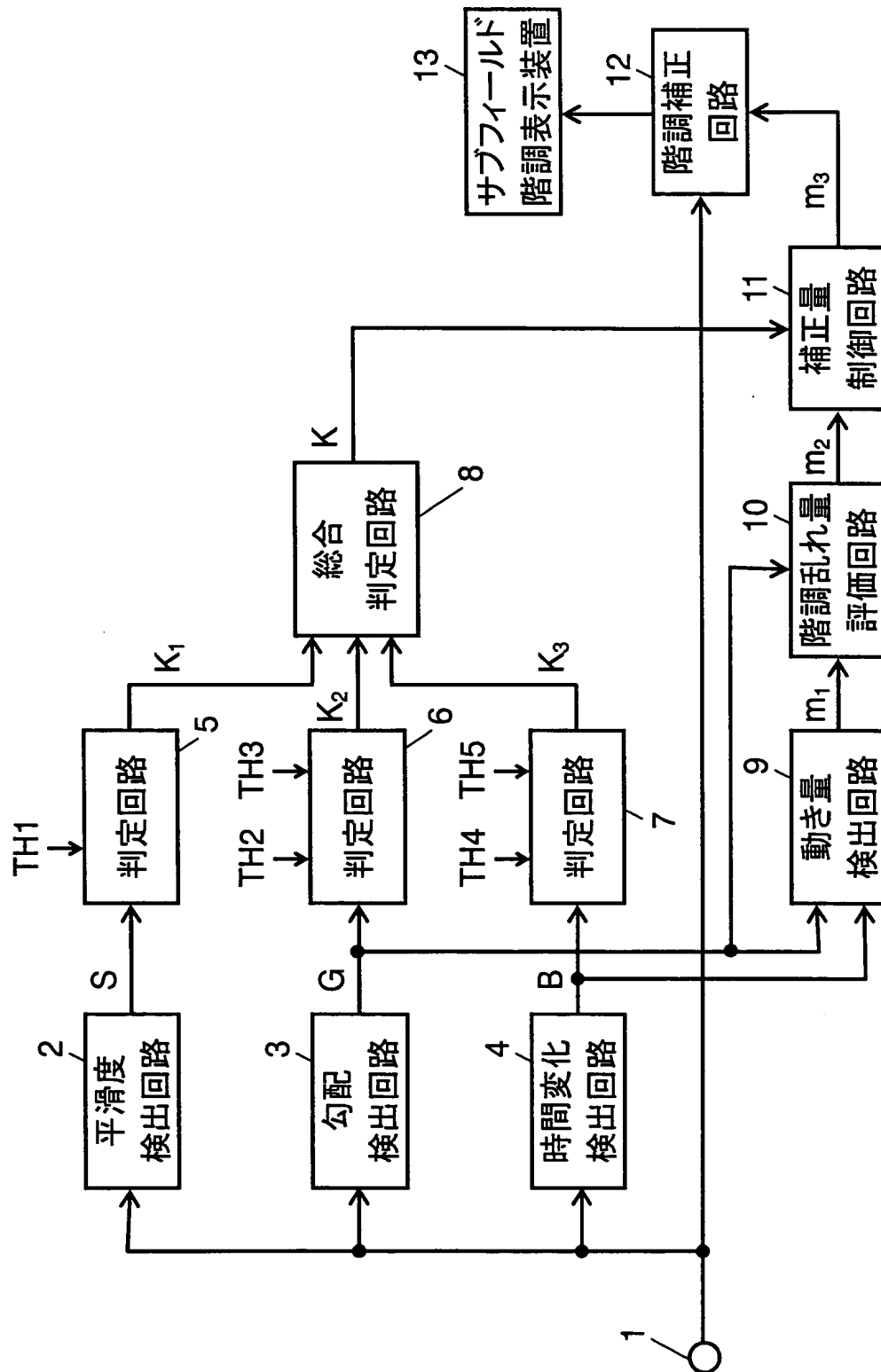


FIG. 2

平滑度合い (S)	×	×	×	×	$S \geq TH1$	$S < TH1$
勾配度合い (G)	×	×	$G < TH2$	$G > TH3$	$TH2 \leq G \leq TH3$	×
時間方向変 化度合い(B)	$B < TH4$	$B > TH5$	×	×	$TH4 \leq B \leq TH5$	×
領域の分類	時間変 化なし	時間変 化過大	平坦部	エッジ部	一定 傾斜部	複雑な パターン
階調補正の 有無	補正 弱	補正 弱	補正 弱	補正 弱	補正 強	補正 弱

FIG. 3

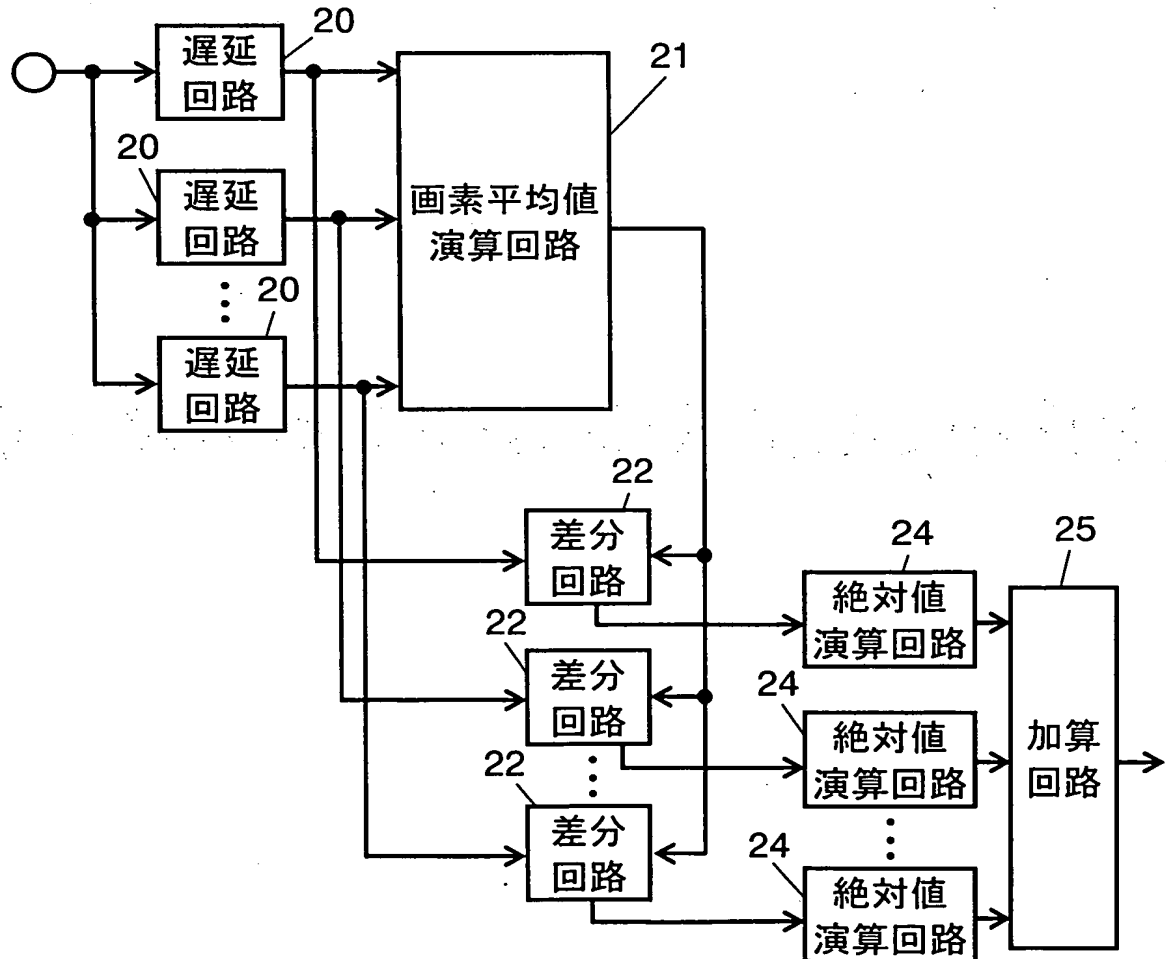


FIG. 4

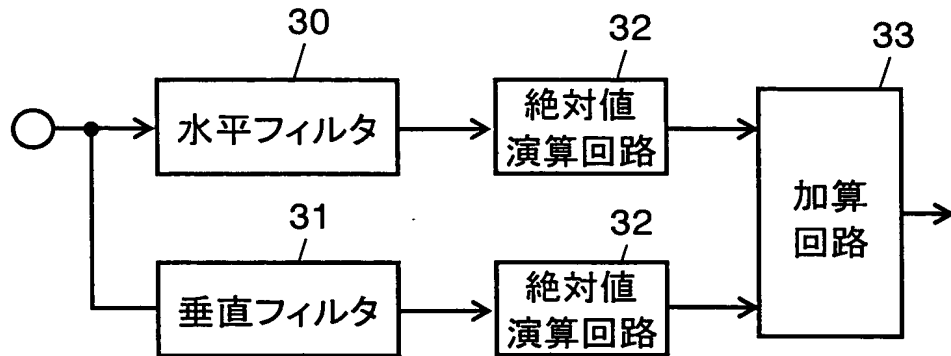


FIG. 5A

水平フィルタ

1	0	-1
1	0	-1
1	0	-1

FIG. 5B

垂直フィルタ

1	1	1
0	0	0
-1	-1	-1

FIG. 6

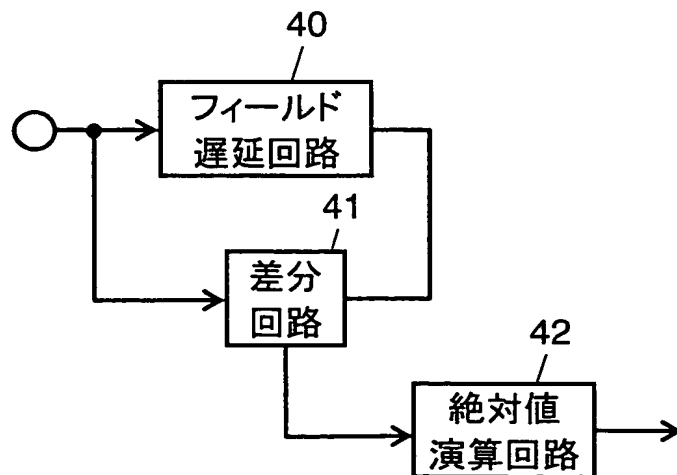


FIG. 7A

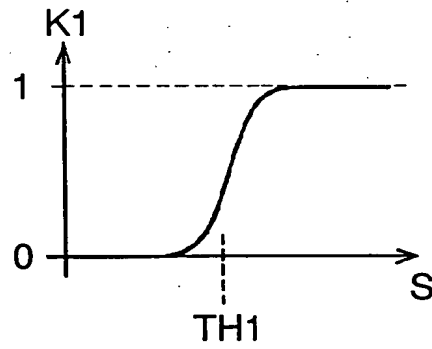


FIG. 7B

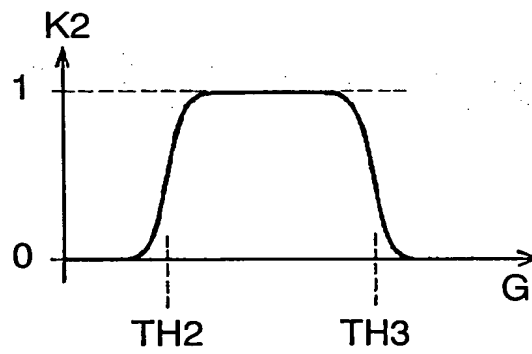


FIG. 7C

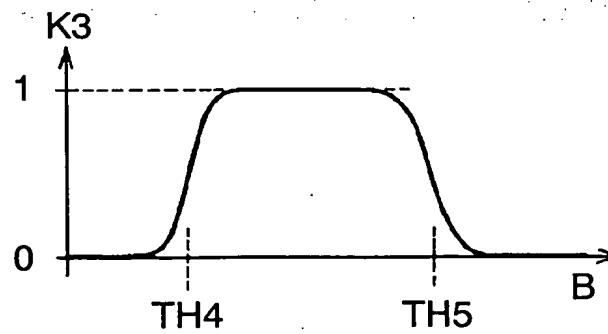


FIG. 8

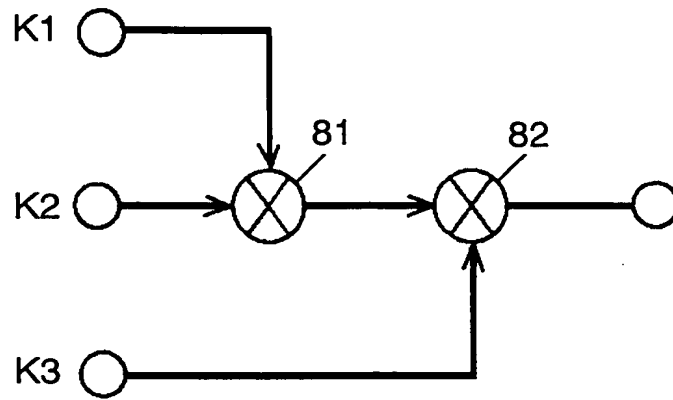


FIG. 9

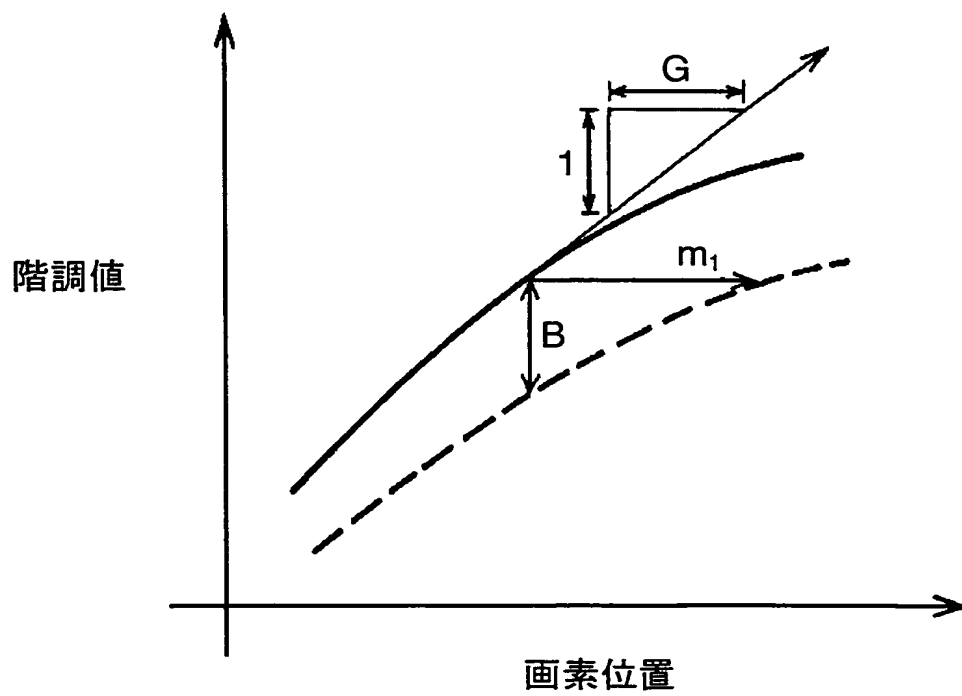


FIG. 10

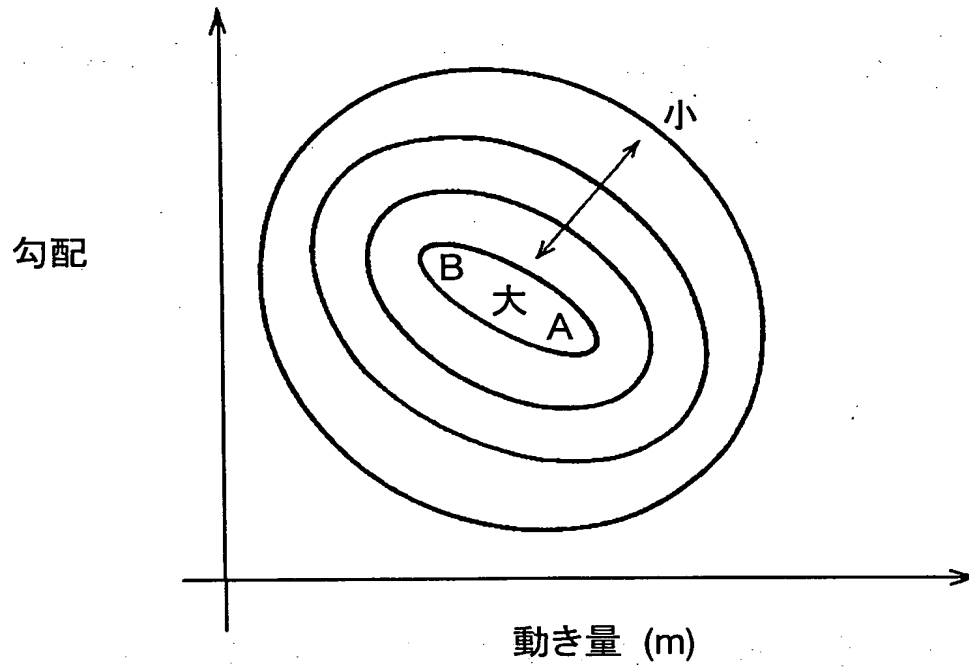


FIG. 11

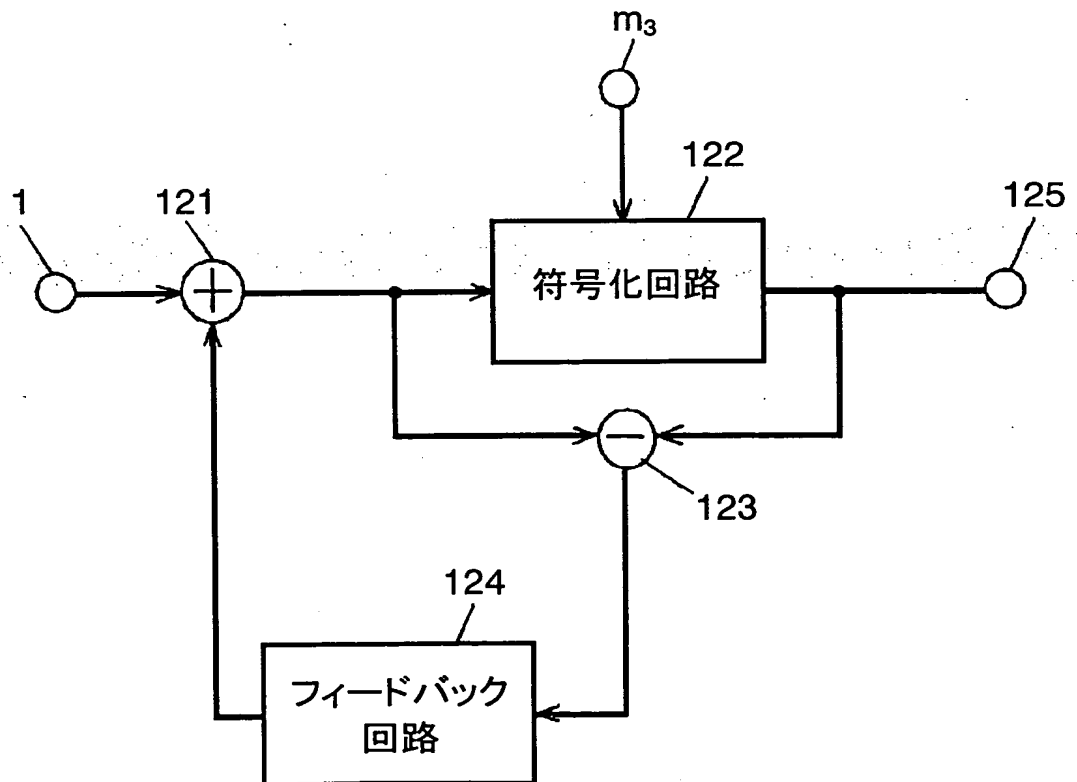


FIG. 12

	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF6	SF7	SF8	SF9	SF10
入力階調値	1	2	4	8	16	24	32	40	56	72
0~7	バイナリ									
8~15				1						
16~23					1					
24~31				1	1					
32~39				1		1				
40~47					1	1				
48~55				1	1	1				
56~63				1	1		1			
64~71				1		1	1			
72~79					1	1	1			
80~87				1	1	1	1			
88~95				1	1	1		1		
96~103				1	1		1	1		
104~111				1		1	1	1		
112~119					1	1	1	1		
120~127				1	1	1	1	1		
128~135					1	1	1		1	
136~143				1	1	1	1		1	
144~151				1	1	1		1	1	
152~159				1	1		1	1	1	
160~167				1		1	1	1	1	
168~175					1	1	1	1	1	
176~183				1	1	1	1	1	1	
184~191					1	1	1	1		1
192~199				1	1	1	1	1		1
200~207					1	1	1		1	1
208~215				1	1	1	1		1	1
216~223				1	1	1		1	1	1
224~231				1	1		1	1	1	1
232~239				1		1	1	1	1	1
240~247					1	1	1	1	1	1
248~255				1	1	1	1	1	1	1

FIG. 13

階調補正最大

階調補正
最小

入力階調値	7	6	5	4	3	2	1	0
0~7	●	●	●	●	●	●	●	●
8~15	●	●	●	●	●	●	●	●
16~23		●	●	●	●	●	●	●
24~31	●	●	●	●	●	●	●	●
32~39			●	●	●	●	●	●
40~47		●	●	●	●	●	●	●
48~55	●	●	●	●	●	●	●	●
56~63				●	●	●	●	●
64~71			●	●	●	●	●	●
72~79		●	●	●	●	●	●	●
80~87	●	●	●	●	●	●	●	●
88~95					●	●	●	●
96~103				●	●	●	●	●
104~111			●	●	●	●	●	●
112~119		●	●	●	●	●	●	●
120~127	●	●	●	●	●	●	●	●
128~135							●	●
136~143						●	●	●
144~151					●	●	●	●
152~159				●	●	●	●	●
160~167			●	●	●	●	●	●
168~175		●	●	●	●	●	●	●
176~183	●	●	●	●	●	●	●	●
184~191								●
192~199							●	●
200~207							●	●
208~215						●	●	●
216~223					●	●	●	●
224~231				●	●	●	●	●
232~239			●	●	●	●	●	●
240~247		●	●	●	●	●	●	●
248~255	●	●	●	●	●	●	●	●

FIG. 14

	SF1				SF10					
入力階調値	1	2	4	8	16	24	32	40	56	72
0~7	バイナリ									
8~15				1						
16~23					1					
24~31				1	1					
32~39				1		1				
40~47					1	1				
48~55				1	1	1				
56~63				1	1		1			
64~71				1		1	1			
72~79					1	1	1			
80~87				1	1	1	1			
88~95				1	1	1		1		
96~103				1	1		1	1		
104~111				1		1	1	1		
112~119					1	1	1	1		
120~127				1	1	1	1	1		
128~135					1	1	1		1	
136~143				1	1	1	1		1	
144~151				1	1	1		1	1	
152~159				1	1		1	1	1	
160~167				1		1	1	1	1	
168~175					1	1	1	1	1	
176~183				1	1	1	1	1	1	
184~191					1	1	1	1		1
192~199				1	1	1	1	1		1
200~207					1	1	1		1	1
208~215				1	1	1	1		1	1
216~223				1	1	1		1	1	1
224~231				1	1		1	1	1	1
232~239				1		1	1	1	1	1
240~247					1	1	1	1	1	1
248~255				1	1	1	1	1	1	1

a

b

10/19

FIG. 15

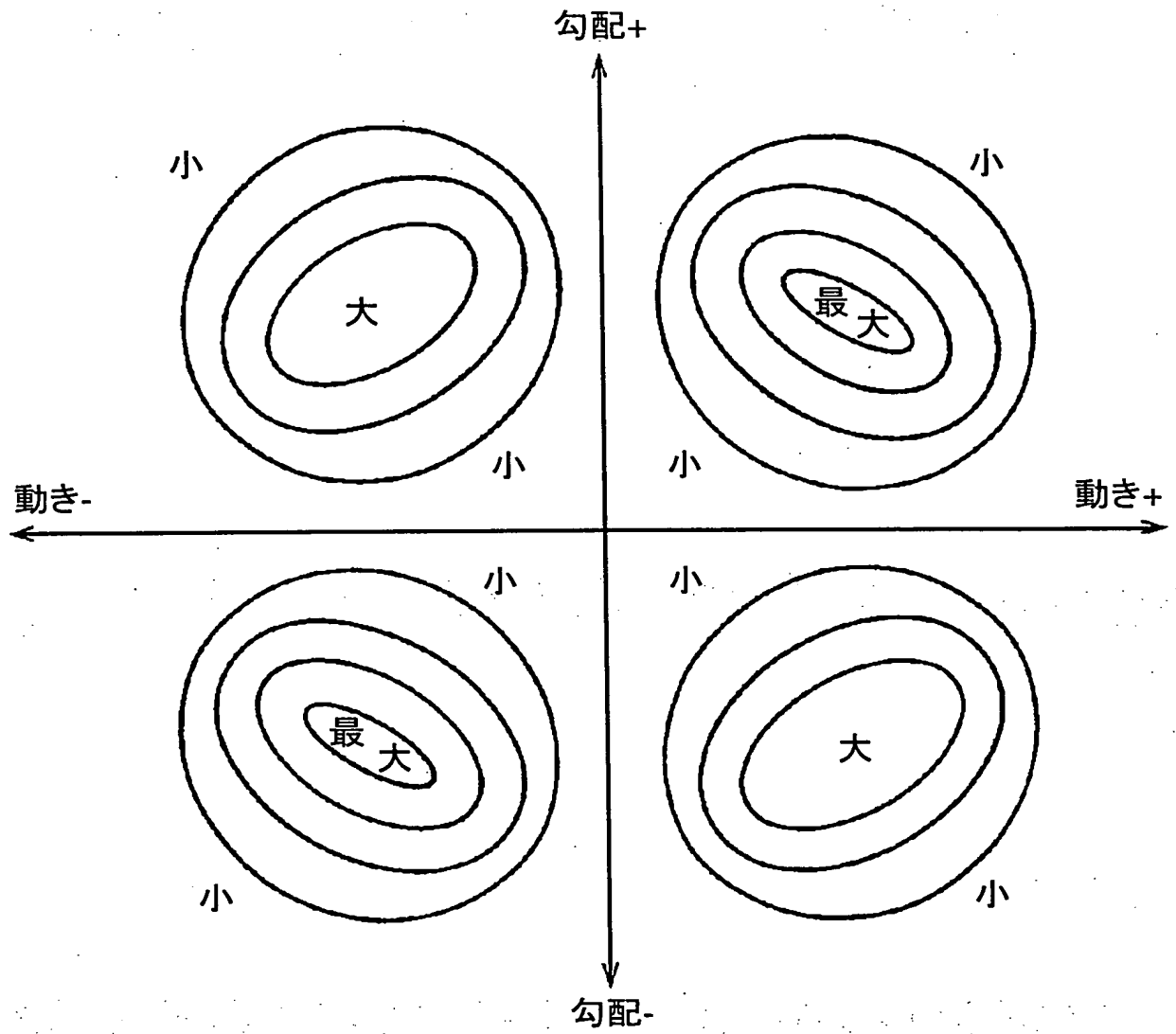


FIG. 16

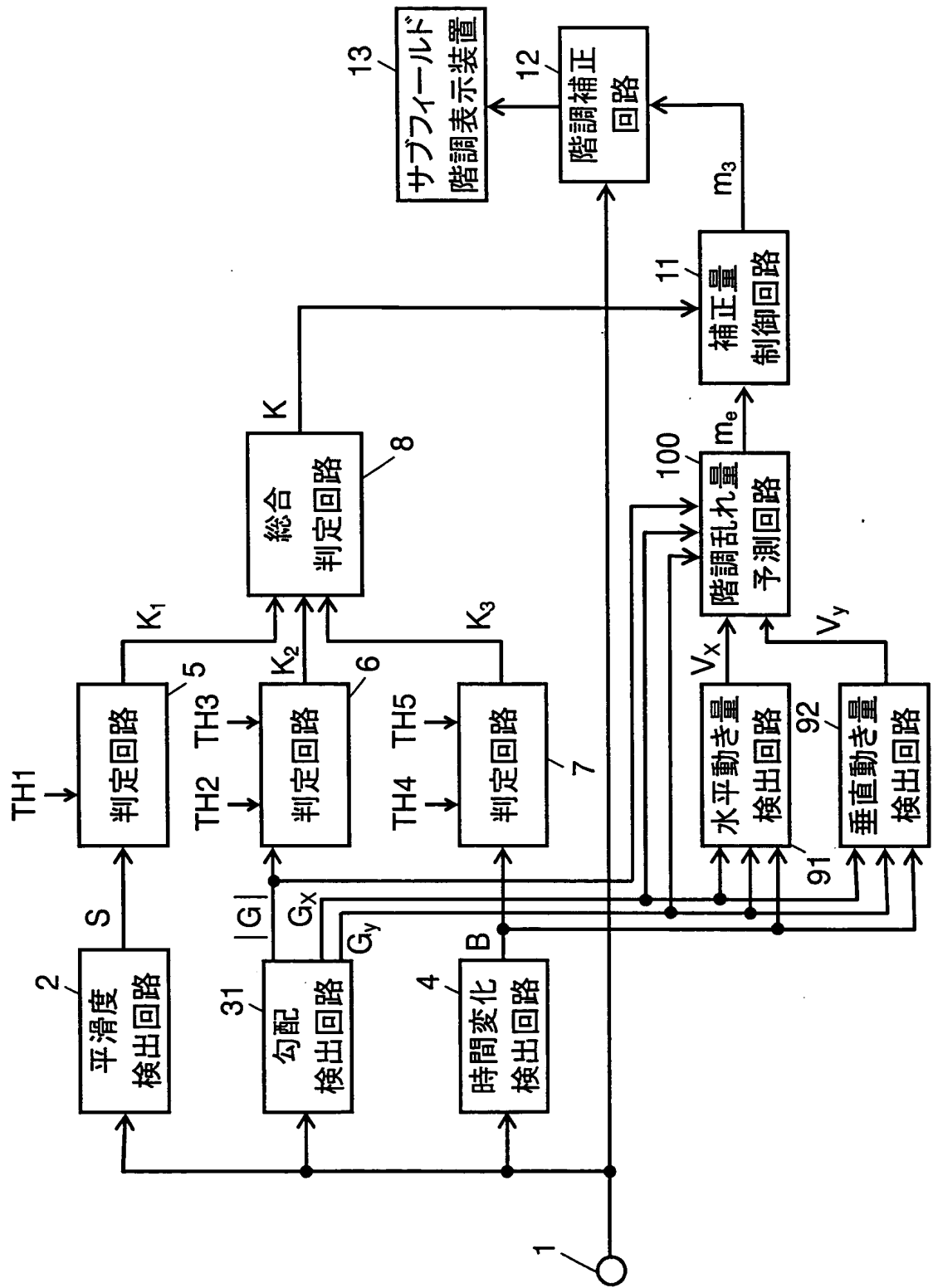


FIG. 17

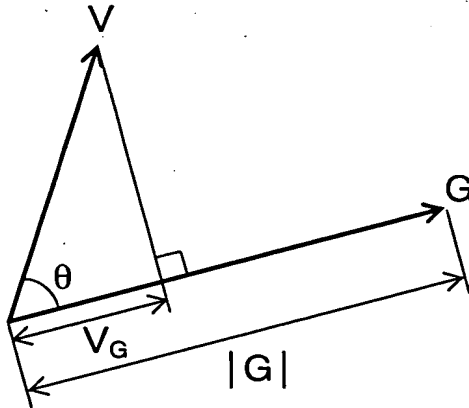


FIG. 18

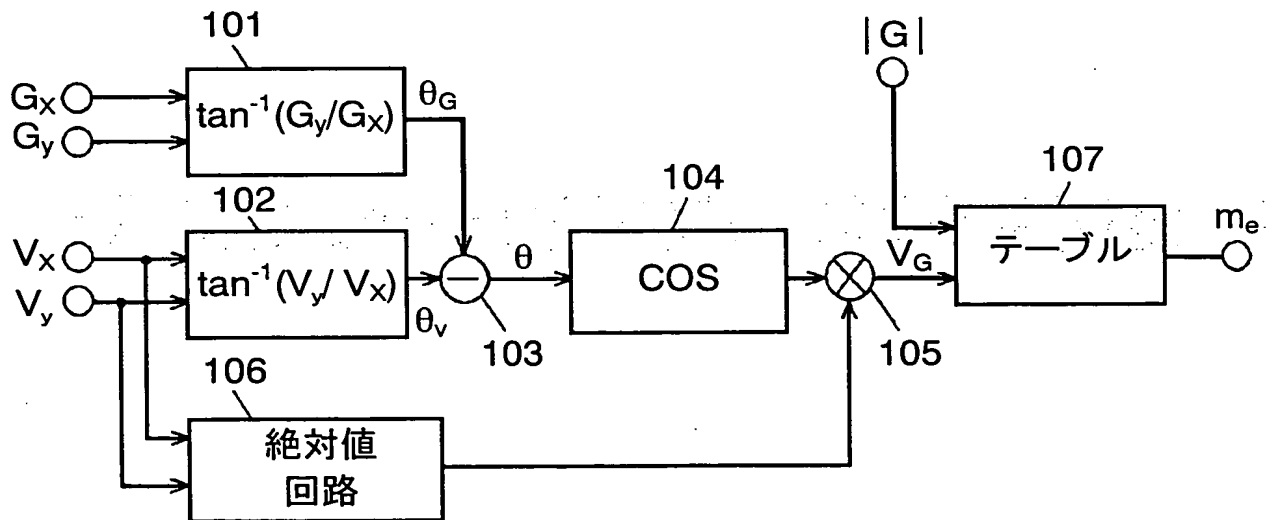


FIG. 19

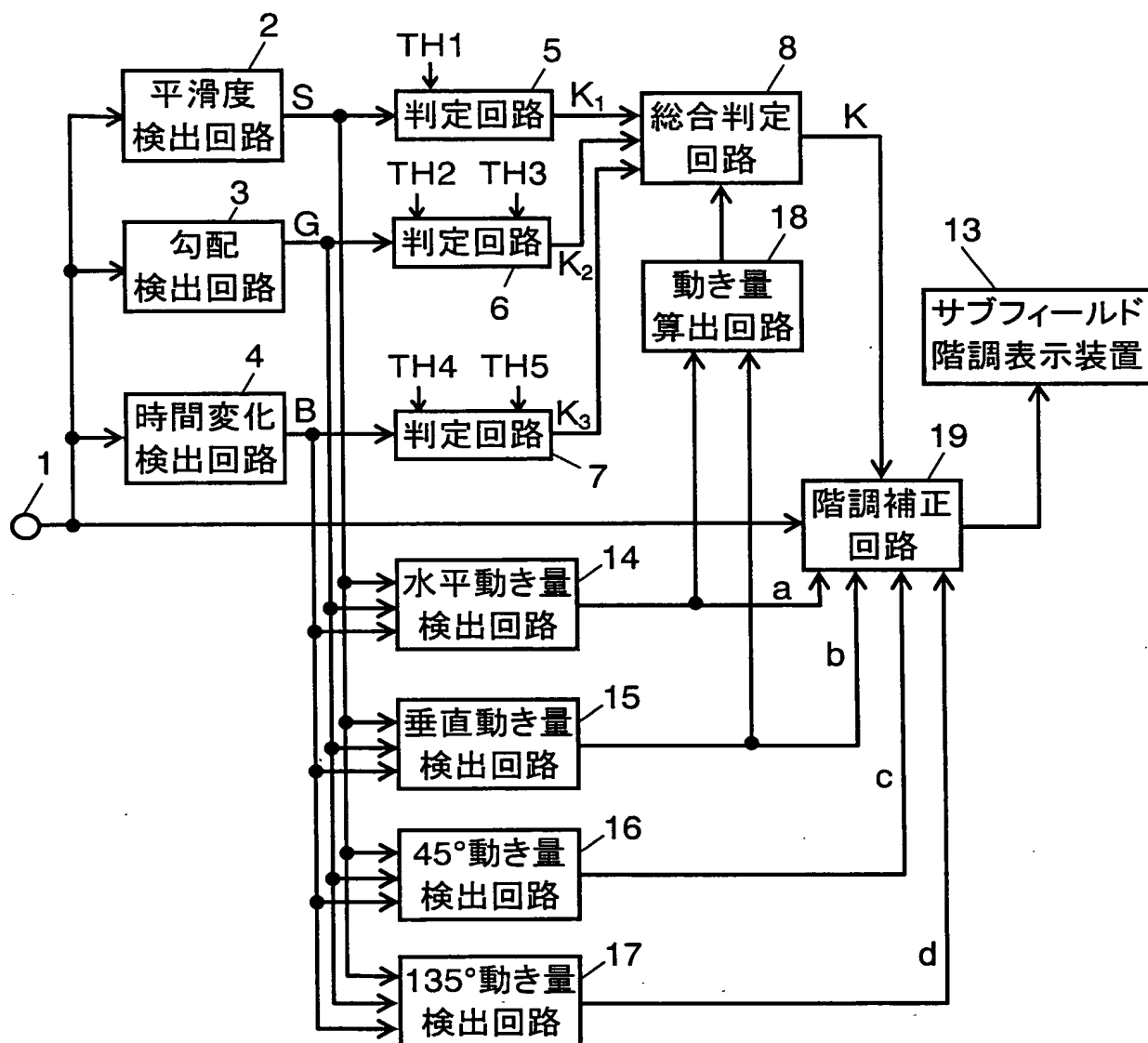


FIG. 20

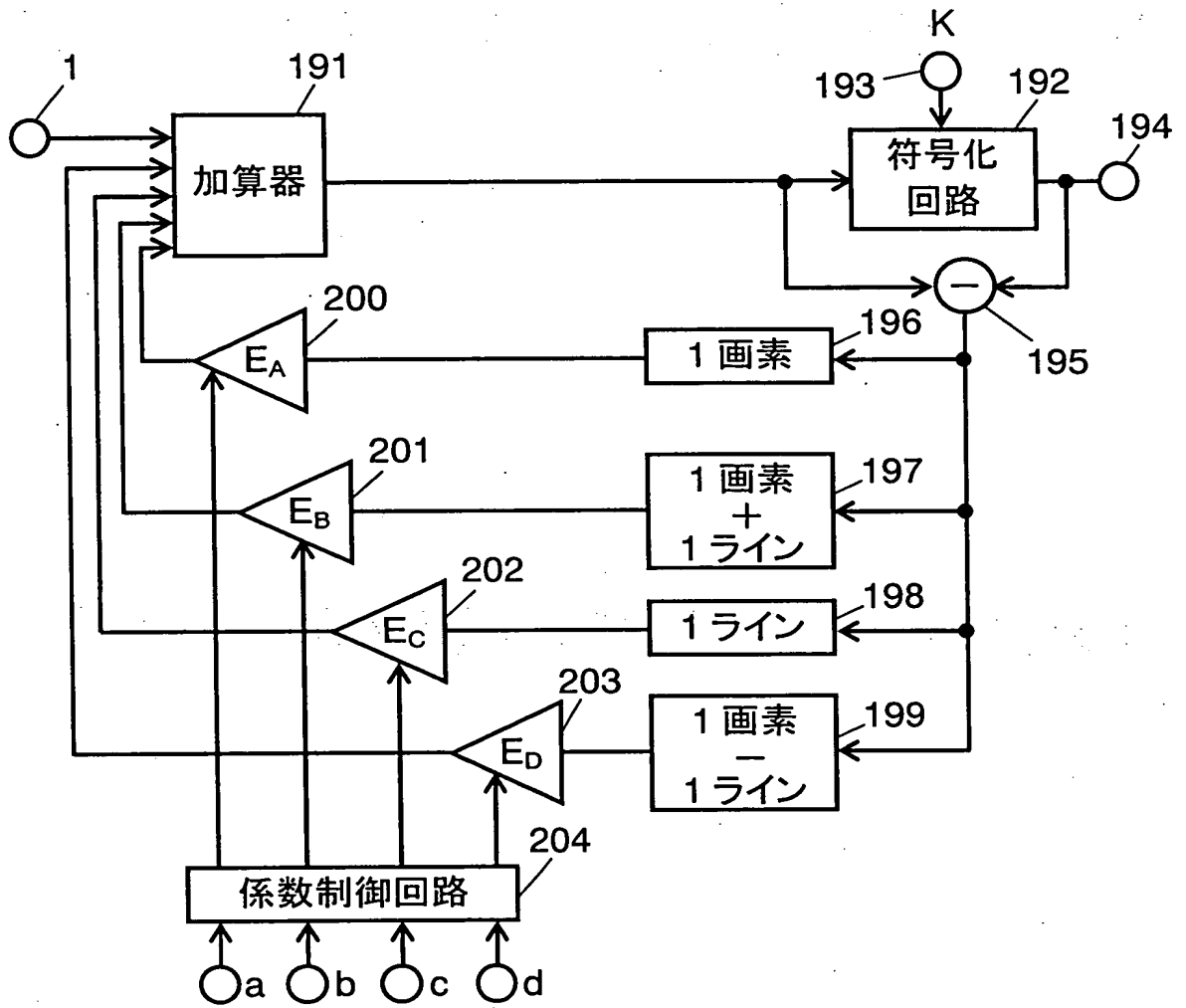


FIG. 21

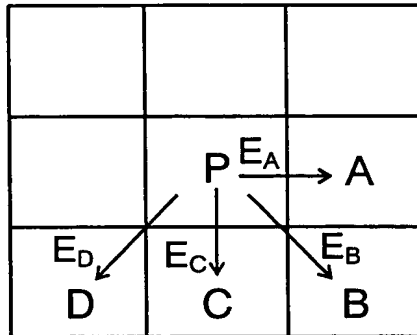
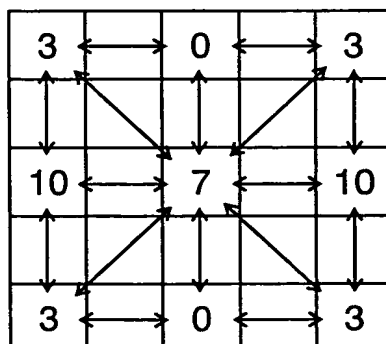


FIG. 22

	E_A	E_B	E_C	E_D
θ 静止画	7	1	5	3
180° 0° \longleftrightarrow	10	3	0	3
225° 45° $\nwarrow \searrow$	3	10	3	0
270° 90° $\uparrow \downarrow$	0	3	10	3
315° 135° $\nearrow \swarrow$	3	0	3	10

FIG. 23



16/19

FIG. 24

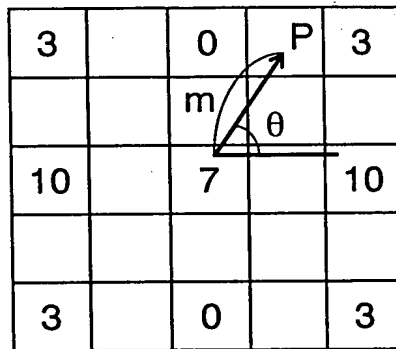
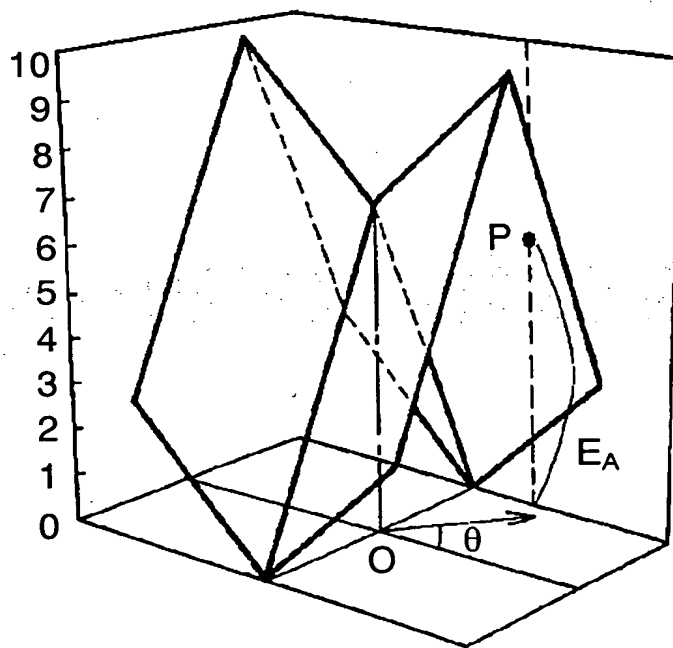


FIG. 25



17/19

FIG. 26

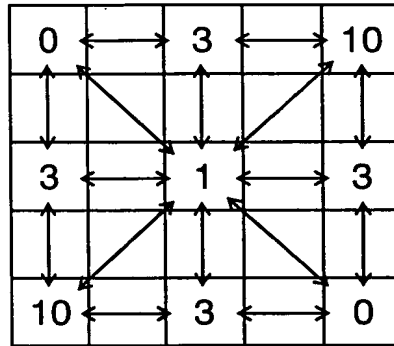


FIG. 27

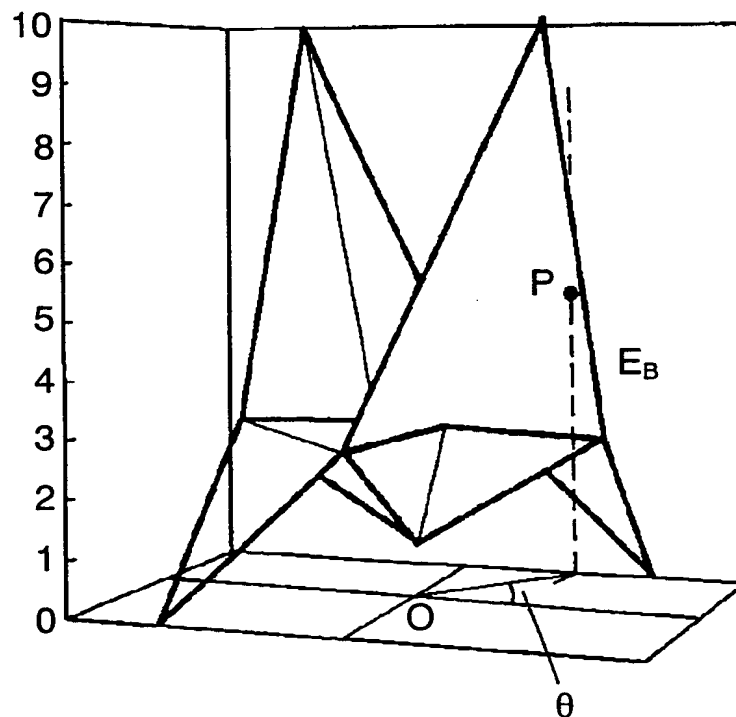


FIG. 28

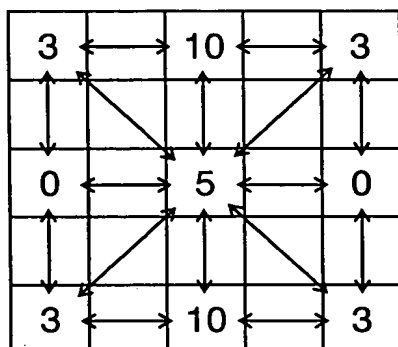
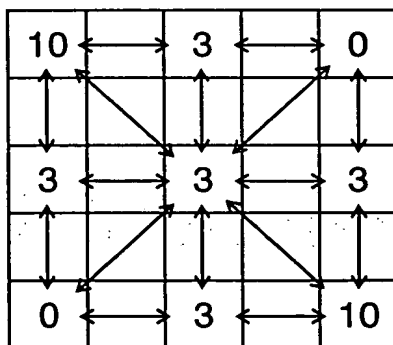


FIG. 29



図面の参照符号の一覧表

- 1 入力端子
- 2 平滑度検出回路
- 3、31 勾配検出回路
- 4 時間変化検出回路
- 5、6、7 判定回路
- 8 総合判定回路
- 9 動き量検出回路
- 10 階調乱れ量評価回路
- 11 補正量制御回路
- 12、19 階調補正回路
- 13 サブフィールド階調表示装置
- 14 水平動き量検出回路
- 15 垂直動き量検出回路
- 16 45° 動き量検出回路
- 17 135° 動き量検出回路
- 18 動き量算出回路
- 91 水平動き量検出回路
- 92 垂直動き量検出回路
- 100 階調乱れ量予測回路